Allband-Vertikalantenne 3,5 MHz bis 30 MHz mit reusenartigem Aufbau (DX-2000)

Günter Schwarzbeck, DL1BU, 6901 Schönau-Altneudorf

Oft stellen Vertikalantennen mit ihrem geringen Bedarf an Aufbaufläche die einzige Möglichkeit für den Amateurfunk auf Kurzwellen dar. Hier werden an Hand der Vertikalantenne DX 2000 zunächst allgemeine Gesichtspunkte erörtert, die für alle Vertikalstrahler gelten. Dann werden Meßwerte des Stehwellenverhältnisses über verschiedenen Gegengewichten gezeigt. Unter günstigen Umgebungsbedingungen sind Vertikalantennen gut für mittlere bis große Entfernungen einzusetzen. Im Bereich bis 300 km im 80-m-Band sind jedoch Dipole überlegen, bei weniger günstiger Umgebung sind horizontal polarisierte Richtantennen auf den höheren Bändern günstiger.

Vertical antennas and groundplanes are often the choice for short wave operation due to the small area required to erect them. This contribution shows the problems in general and describes one of the commercially available vertical antennas that follows other design ideas than the well-known traps verticals. The modell DX 2000 uses quarter wave radiators in close proximity. It comes close to the function of broad-band conical antennas, as it provides a multitude of resonances in the upper segment of the short-wave range. For some frequencies, at least for solid state transceivers, it might need the assistance of an antenna tuner. The antenna shown covers 8 amateur bands between 3,5 MHz and 30 MHz. It depends on the environment if excellent or average results are obtained.
(DL1BU)

Les antennes - L'áerien HF vertical ńecessite peu de place mais a un certain nombre d'inconvénients passès ici en revue. Description de la DX 2000 utilisant des quarts d'onde rapproches ce qui lui confere une performance proche de celle des antennes coniques. Elle couvre 8 bandes amateur entre 3,5 et 30 MHz et ńecessite sur certaines une adaptation surtout pour les TX 'a transistors. L'influence du sol et des environs immédiats de l'áerien sont 'egalement traites dans cet article.
DJØSL

Einleitung

Vertikalantennen sind vom Platzbedarf her für den Amateurfunk prädestiniert. Zumindest theoretisch haben sie ideale DX-Eigenschaften, die dann auch praktisch vorliegen, wenn sie über große metallisch leitende Flächen oder nahe beim Meeresufer aufgebaut werden. In diesem Fall haben sie maximale Strahlung unter 0° Abstrahlwinkel (über perfekt leitender Metallfläche) oder sehr kleine Abstrahlwinkel über Seewasser, und dies schon bei der Höhe „Null", d. h. bei einer direkt auf der Fläche aufgebauten Viertelwellenantenne oder bei einem vertikalen Halbwellendipol, dessen unteres Ende nur 1 m bis 3 m über der Fläche aufgebaut wird.

Ein vertikaler Halbwellendipol ist auch bei weniger gutem Untergrund mit erfreulich gutem Wirkungsgrad aufzubauen, während die Viertel-Wellen-Marconiantenne im Wirkungsgrad und in der Flachstrahlung stark vom Untergrund abhängt. Dieser Einfluß wird noch deutlicher bei verkürzten Antennen, die durch Einschalten einer Serieninduktivität am Fußpunkt oder weiter oben elektrisch wieder auf der Betriebsfrequenz resonant gemacht werden.

Während der Strahlungswiderstand bei einer schlanken Marconiantenne über perfekt leitendem Grund etwa 36 Ohm beträgt (die Hälfte eines Halbwellendipols im Freiraum), sinkt dieser bei verkürzten Antennen rasch auf sehr kleine Werte ab. Jeder Erbauer von Mobilantennen für 3,6 oder gar 1,8 MHz weiß, daß die Fußpunktspule eine höchstmögliche Güte (größer als 500) aufweisen sollte, damit ihr Serienverlustwiderstand möglichst klein wird. Die HF-Leistung teilt sich nämlich zwischen Verlust- und Strahlungswiderstand auf. Sind beide gleich groß, wird nur die halbe Leistung abgestrahlt (-3 dB).

Gelänge es, eine verkürzte Vertikalantenne verlustlos zu speisen, wäre die unter einem flachen Winkel gemessene Strahlungsdichte nur bis zu 0,4 dB geringer als bei einer Marconiantenne voller Länge (λ/4). Dies gilt bis zu den kleinsten Abmessungen herab, aber freilich sieht die Praxis anders aus: die Verluste steigen rasch an und verschlechtern den Wirkungsgrad.

Wird eine schlanke Vertikalantenne ohne eingeschaltete Serienkapazitäten über die Strahlerlänge höher als 0,64 λ, tritt eine Steilstrahlkomponente hinzu, und die Flachstrahlung wird wieder schwächer. Eine 5/8λ-Vertikalantenne hat also ein Maximum an Flachstrahlung, benötigt aber im Gegensatz zum unten gespeisten Halbwellenstrahler wieder ein gutes Erdnetz, obgleich die Verluste etwas geringer sind gegenüber der Viertelwellenantenne, da der Strahlungs- bzw. Fußpunktwiderstand von 36 Ω auf etwa 50 bis 60 Ω ansteigt.

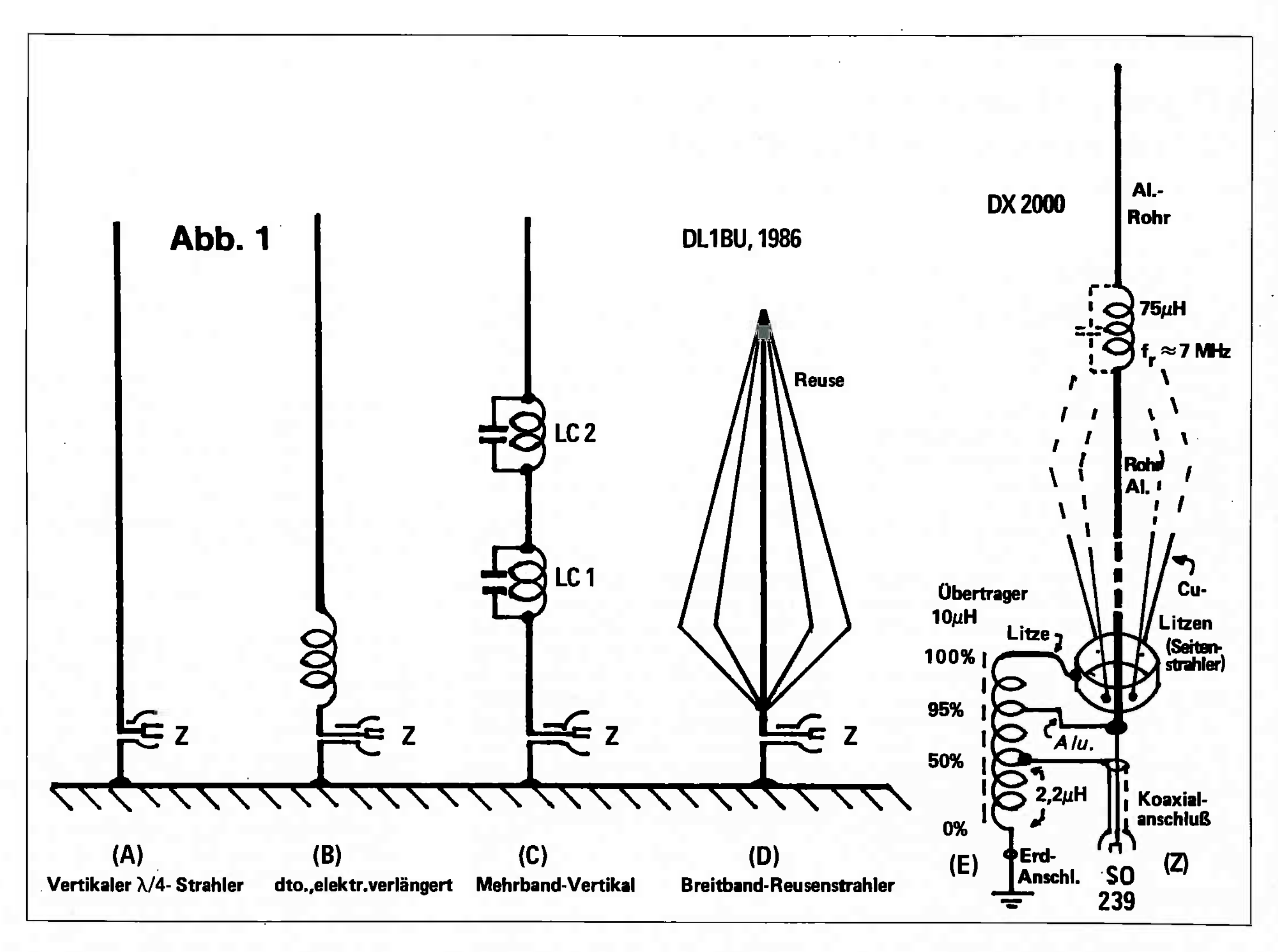
Die Verhältnisse werden wenig erfreulich über „schlechtem Boden". Während auch praktische Versuche mit Portabel- oder Mobilstationen am Meeresufer mit kleinen Vertikalantennen im 20-m-Band von VK2AOU, VK5HK und VK3DFO in DL Signale erzeugten, die nicht weit von 5- bis 10mal stärkeren Sendern mit 20 m hohen Beams lagen, erzeugen im Binnenland über Böden mit ungünstigen Daten montierte Vertikalantennen 15 dB bis 20 dB schwächere Signale als optimale, horizontal polarisierte und frei montierte Yagiantennen, zumindest bei weit entfernten DX-Stationen.

Der Grund dafür ist die Auslöschung oder Schwächung der Strahlung unter flachen Winkeln durch ein gegenphasiges Feld durch geringe Leitfähigkeit des Bodens. Auch eine große Zahl von Radials kann zwar den Wirkungsgrad, nicht aber die Flachstrahlintensität im Fernfeld verbessern, es sei denn, die Radials hätten eine indiskutable Ausdehnung über Hunderte von Wellenlängen.

Über Vertikalantennen wurde berichtet in cq-DL 9/81 ab Seite 420 (1). Dort war zunächst das Thema der verkürzten Antennen behandelt, dann folgten Funktionsbeschreibungen von drei unterschiedlichen Mehrband-Vertikalstrahlern mit Meßwerten über den Anpassungsverlauf und die Abstrahlung in den einzelnen Bändern.

Vertikalantennen, die elektrisch ähnlich wie eine über dem Erdboden aufgebaute Marconiantenne arbeiten, sind natürlich stark umgebungs- bzw. bodenabhängig. Der Idealfall einer ausgedehnten Metallfläche wird im KW-Bereich kaum je gegeben sein.

Nimmt man den Strahlungswiderstand einer verkürzten Vertikalantenne mit 25 Ohm an, wird ein Stehwellenmeßgerät gegen eine perfekt leitende Metallfläche ein SWR von 2 anzeigen. Über Tiefenerdern mit einem für HF wirksamen Erdungswiderstand von 25 Ohm ergibt sich ideale Anpassung von SWR = 1,0. Der Wirkungsgrad sinkt aber von nahe 100 % auf 50 %, da nur die Hälfte der Leistung zur Abstrahlung gelangt. Ein Signalrapport aus einem fernen DX-Land kann bei der ideal angepaßten Antenne 10 dB schlechter sein, da wegen des schlechteren Untergrundes auch die flachen Strahlungsanteile geschwächt sind. Man kann daher nicht ohne weiteres von „guten" oder „schlechten" Vertikalantennen reden, wenn sie unter völlig unterschiedlichen Bedingungen aufgebaut sind und daher sehr verschiedene Signalrapporte liefern. Im Gegensatz zu Dipolen, die von Hause aus verlustarm sind, lohnt sich bei über Erde



betriebenen Vertikalantennen für die höheren Bänder kein übertriebener Aufwand für verlustarme Abstimmelemente. Wenn durch besondere Maßnahmen der Serienverlustwiderstand um 1 Ohm verringert wird, die Erdverluste aber 25 Ohm betragen, lohnt sich dieser Aufwand an den Abstimmelementen nicht. Auch die Messungen des o. g. Testberichts zeigten dies. Eine Vertikal-Mehrbandantenne für 3 oder maximal 4 Bänder wird daher meist mit Sperrkreisen aufgebaut und geht auf den höherfrequenten Bändern praktisch genau so gut wie Einband-Viertelwellenantennen. Der Zeitbedarf für Bandwechsel ist so kurz wie die Umschaltzeit des Transceivers. In dieser Hinsicht lohnt sich eine fernabstimmbare Antenne nicht, außer auf 80 m mit der großen relativen Breite des Bandes, wenn sowohl am CW-Anfang wie auch auf 3,8 MHz gearbeitet werden soll.

Eine im kommerziellen Bereich anzutreffende Art von Vertikalantennen für breite Frequenzbereiche hat im Amateurfunk noch wenig Anklang gefunden; sie stellt natürlich auch ein nicht mehr übersehbares Gebilde dar, hat aber interessante Eigenschaften auch in der Art der Abstrahlung. Gemeint sind reusenartige Doppelkegelantennen, die mit den im VHF-UHF-Bereich bekannten Kegel-Scheiben-Antennen (Disc-Cone) verwandt sind. Während in den **Abbildungen 1 A bis 1 C** die oben erwähnten Vertikalantennen (Marconi, elektrisch verlängerte Vertikalstrahler und Sperrkreisantennen) gezeigt sind, stellt **Abb. 1 D** eine solche Doppelkonus-Anordnung dar. Sie nähert sich in ihren Daten den vertikalen Exponentialantennen. Eine solche Reusenantenne kann mit guten Strahlungseigenschaften z. B. den Bereich 3,5 MHz bis 10 MHz überstreichen und zeigt auch noch befriedigende Anpassung auf den Bändern bis 30 MHz, dann allerdings mit einem „unnützen" Steilstrahlungsanteil, der bei schlanken Antennen beim Überschreiten der 5/8λ-Höhe auftritt. Während aber bei schlanken (Rohr- und Draht-)Antennen zwischen der schalenförmigen Flachstrahlung und der kelchartigen Steilstrahlung ab 3/4λ Höhe (Strahlerlänge) ein scharfer Einbruch, eine Strahlungsnullstelle, entsteht, ist dieser Effekt bei Breitbandantennen „aufgefüllt". Sie kann in der Praxis daher schwundärmer arbeiten und einen großen Bereich gleichmäßiger versorgen.

Eine schlanke Antenne wie in Abb. 1 A hat als Viertelwellenstrahler über perfektem Grund einen Fußpunktwiderstand von ca. 36 Ohm. Verdoppelt man die Frequenz, wird ein vertikaler Halbwellenstrahler mit hohem Fußpunktwiderstand entstehen, je nach Schlankheitsgrad 1000 Ohm bis 5000 Ohm. Bei allen dazwischenliegenden Frequenzen entsteht eine hohe Blindkomponente, die die Anpassung dramatisch verschlechtert. Macht man die Antenne immer „dicker" - bis zu der in Abb. 1 D gezeigten Reusenform - rücken die genannten Extremwerte des Fußpunktwiderstandes immer weiter zusammen, so daß über größere Frequenzbereiche das SWR nicht höher als 2 oder 3 ansteigt. Solche Fehlanpassungen sind zwar für unsere Transceiver mit Halbleiterendstufen schon unerwünscht, aber mit den heute ohnedies sehr verbreiteten Anpaßgeräten (teilweise automatisiert und in die Transceiver eingebaut) ganz leicht zu beherrschen. Für Röhrenendstufen mit einstellbaren Pi-Filtern entstehen keine Probleme, allenfalls muß man für ein bestimmtes Band durch eine Änderung der Kabellänge die Zusammensetzung des SWR verschieben. Nur bei sehr langen oder dünnen Koaxialkabeln wäre bei hohem SWR eine Verlegung des Abstimmgerätes an den Antennenspeisepunkt hinsichtlich Verlusten günstiger, als die Anpassung in der Funkbude vorzunehmen und das Kabel bis zur Antenne mit hohem SWR zu betreiben.

Vertikalantenne DX2000 (K.-H. Mühlau)
Beschreibung von Aufbau und Funktion

Eine Vertikalantenne, die sich auf halbem Weg zwischen schlanker und schmalbandiger, durch Abstimmelemente für 2, 3 oder 4 Bänder resonanter GP und einer Breitband-Reusenantenne befindet, ist die im folgenden beschriebene Vertikalantenne DX2000 (2).

Abb. 1E zeigt den prinzipiellen Aufbau: Ein 8,2 m langer Rohrstrahler ist bis 6 m Höhe elektrisch durchgehend teleskopartig aus Alu-Rohr von 35 mm bis 20 mm Durchmesser zusammengesetzt und etwa mit 7 MHz in Viertelwellen-Resonanz. Eine Abstimmung für 3,6 MHz erfolgt durch eine darauffolgende 75-µH-Spule und weitere 1,9 m dünneres Alu-Rohr.

An einem etwas höheren Impedanzpunkt des Anpaßübertragers liegen 4 Seitenstrahler aus Kupferlitze mit PVC-Isolation mit Längen von ca. 2,50 m bis 5,40 m, die mit Nylonschnüren verlängert und an 4 Ösen unterhalb der 75-µH-Spule befestigt sind. **Abb. 2** zeigt die Anordnung (in den Längen annähernd maßstabgerecht).

Die mechanisch-handwerkliche Ausführung der Antenne ist überdurchschnittlich gut: Die Verbindungsstellen der teleskopartig abgestuften Aluminiumrohre sind mit Gummibälgen gegen Eindringen von Wasser abgedichtet, Isolierteile sind aus dem Vollen gedreht, Schrauben sind aus Edelstahl.

Für den Betrieb im 80-m-Band ist eine Erdung und/oder ein Gegengewicht unabdingbar erforderlich. Schon aus Blitzschutz-Gründen wird man bei Bodenmontage Tiefenerder einschlagen und evtl. einige verzinkte Bandeisen eingraben. Elektrisch besser wären freilich eine Anzahl unterschiedlich langer eingegrabener Radials bis über 20 m Länge hinaus, ein selten realisierbarer Idealfall. Bei Montage auf dem Hausdach ist es schwer, eine HF-Erde zu finden. Ein noch so gut aufgebauter und zum Hausdach installierter Erder hat oben kein „Nullpotential". Bis zum „Erdpunkt" muß man einige Mikrohenry Serieninduktivität in Kauf nehmen. Hier kann man Versuche mit einem Serienkondensator zwischen Erdanschluß der Antenne und einem aufs Dach installierten Erder machen. Günstig sind Betondächer mit großflächigen Metallteilen wie Randeinfassungen.

Bei der hier geprüften DX-2000 ist der „Erdanschluß" das untere Ende einer 10-µH-Ringkernwicklung. Dies ist nicht identisch mit dem Masseanschluß des Koaxialkabels, der zur Mitte der Spule führt. Diese untere Wicklungshälfte hat etwa 2,2 µH Induktivität und liegt in Serie zum Antennenkreis. Geringe Ausgleichströme können daher über den Mantel des Koaxialkabels fließen, wenn dieses sehr kurz ist. Durch Aufwickeln der letzten 5 m Koaxialkabel zu einem engen Bund von ca. 30 cm Durchmesser ließe sich dieser Ausgleichsstrom verringern.

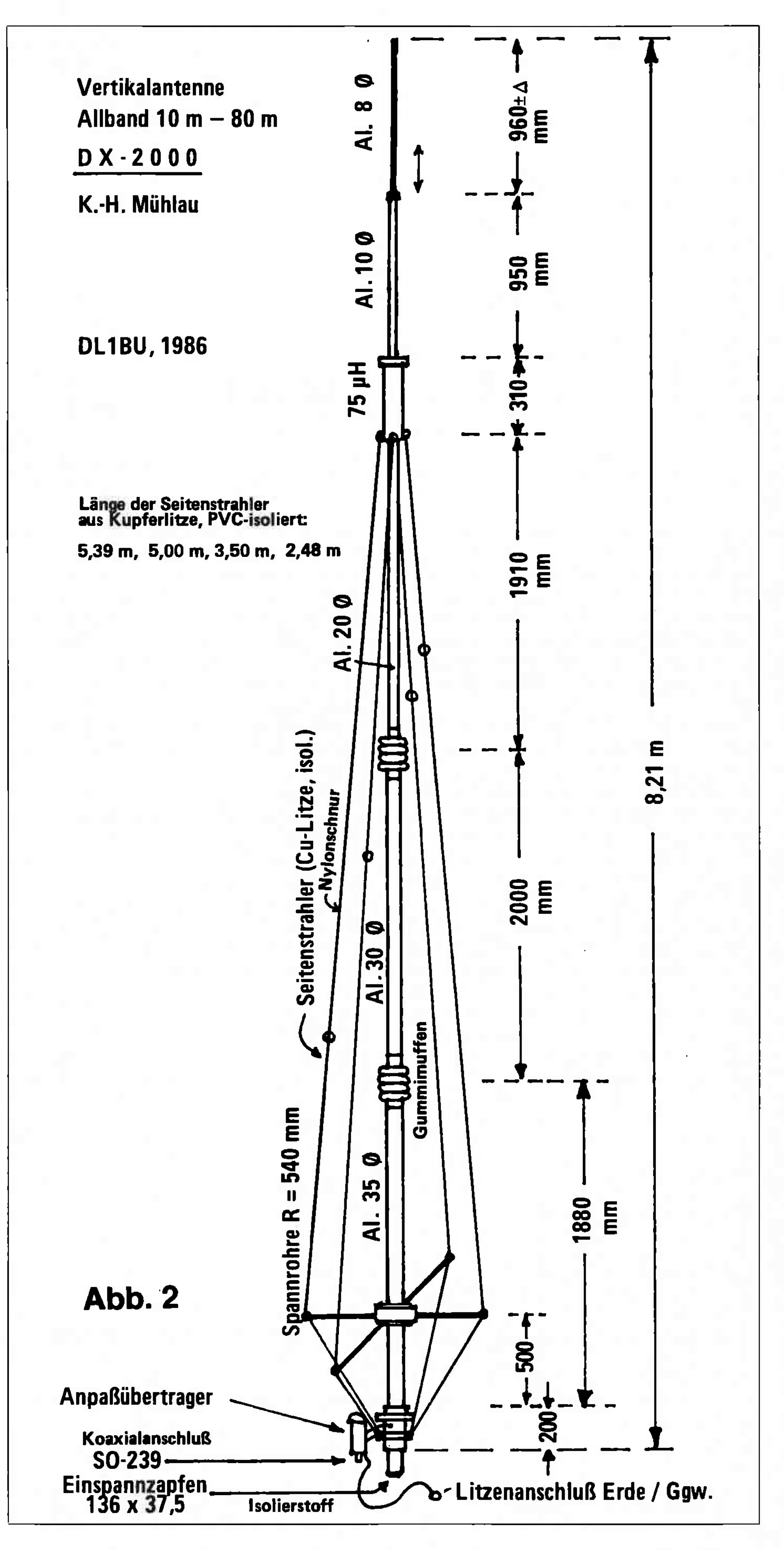
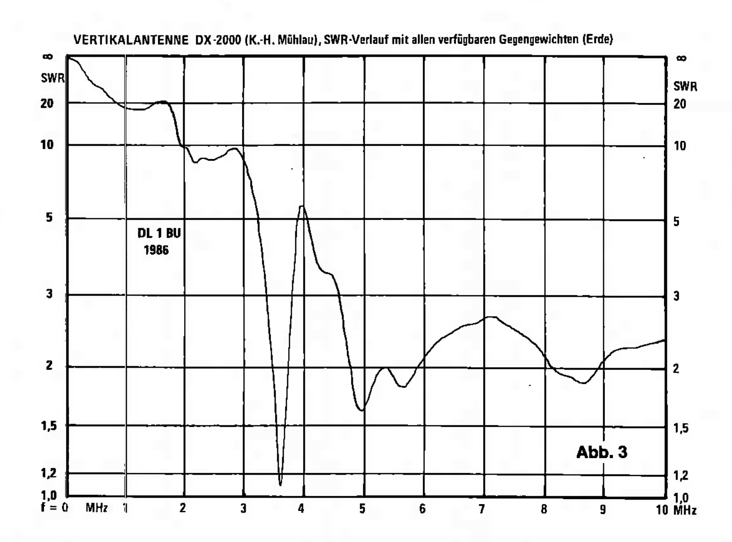
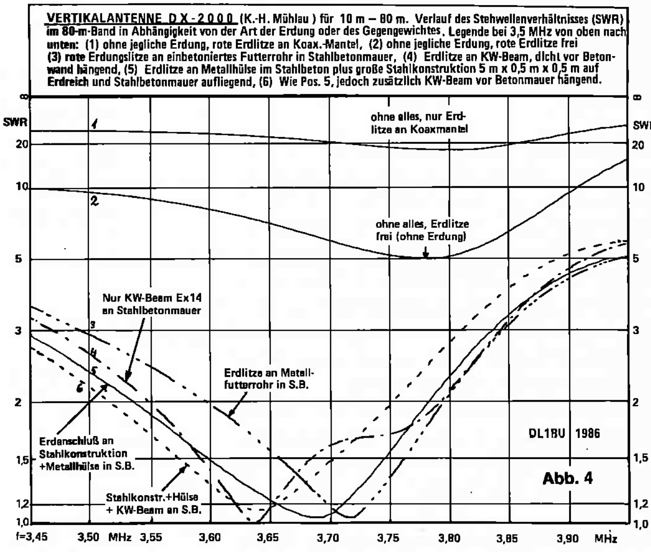


Abb. 2





Der Vorteil einer solchen Anordnung ist die Ableitung statischer Aufladungen zur Erde. Das über eine SO-239/PL-259-Kombination angeschlossene Koaxialkabel sollte aus obigem Grund nicht in Antennennähe mit dem gleichen Erdpotential verbunden werden wie der Litzendraht, der neben der Koaxialbuchse unten aus dem Übertragergehäuse heraustritt.

Seitlich ist ein Metallring an das höchste Potential des Übertragers über eine weitere Litze angeschlossen, während ein Alu-Blechstreifen ein geringfügig tieferes Potential an den Fußpunkt des Zentralrohrs anschließt. Dort ist auch der Innenleiter des Speisekabels verbunden, der Abschirmmantel des Koax-Kabels geht an den Mittenabgriff des HF-Übertragers.

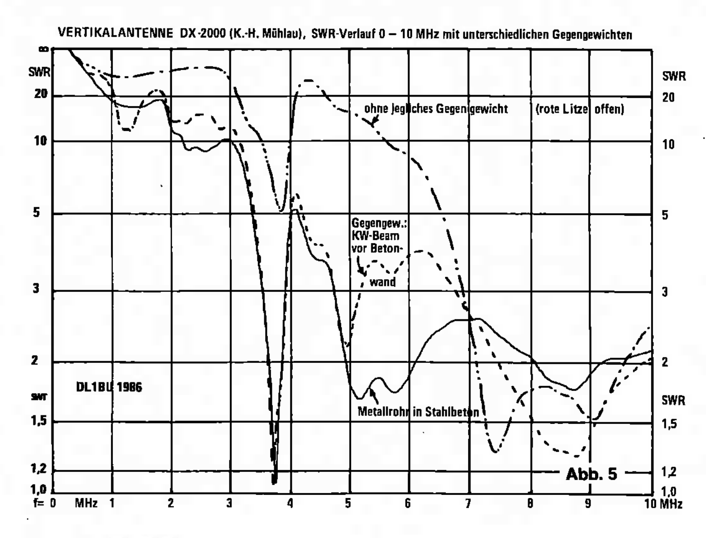
Solche Anschlußkonfigurationen sind in der Regel empirisch nach dem Anpaßverhalten ermittelt. Wenn bei sonst verlustarmem Aufbau die gesamte HF-Leistung direkt oder über ein Anpaßgerät dem Strahler angeboten wird, dann wird auch alles abgestrahlt. Solange die elektrische Höhe 5/8 λ nicht überschreitet, geht die Leistung in mehr oder weniger Flachstrahlung. Liegt nicht der Idealfall einer „metallisch leitenden Erdebene" vor, geht ein gewisser Anteil im Gegengewicht und der Erde verloren. Dies gilt natürlich für alle Vertikalantennen, für solche mit niedrigem Fußpunktwiderstand mehr, für solche mit höherem Speisewiderstand (5/8 λ) weniger. Am geringsten sind Erdverluste bei spannungsgespeisten Halbwellendipolen (λ/2). Diese würden auch ganz ohne Erde auskommen, verlangen aber hochohmige Anpassung.

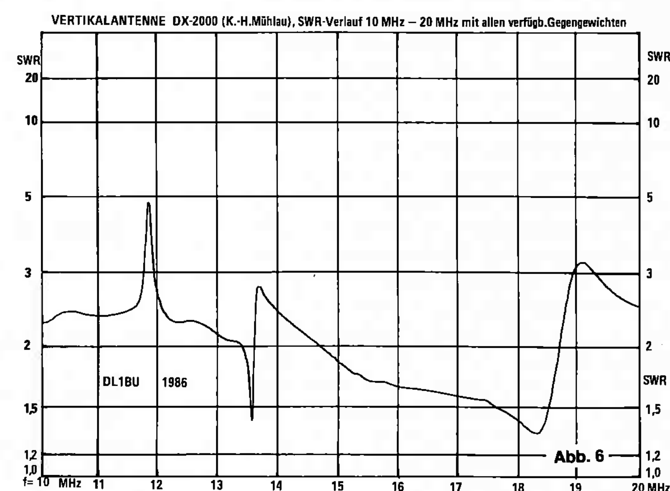
In der Einleitung wurde schon das Breitbandverhalten von „dicken" Strahlern erwähnt. Der Speisewiderstand schlanker Viertel- und Halbwellenantennen liegt weit auseinander, z. B. bei 36 Ω und 2000 Ω. Reusenstrahler lassen diese Punkte zusammenrücken. Im Smith-Impedanzdiagramm wird aus einer weit ausladenden Spirale beim Durchlaufen aller Frequenzen im Fall der Reusenantenne eine enge Spirale nahe dem Mittelpunkt. Dabei durchlaufen die SWR-Kurven Punkte guter Anpassung und Maximalwerte bei 2 oder 3, die man mit Anpaßgeräten manuell oder automatisch wegstimmen kann. Bei diesem Verhalten ist auf fast allen Frequenzen ab 14 MHz ein Stehwellenverhältnis zwischen 1,5 und 3 zu finden, auch zwischen den Amateurbändern. Eine 8-Band-Antenne wäre kaum noch mit Sperrkreisen aufzubauen, hier käme als Alternative die Fernabstimmung mit dem hohen Zeitbedarf bei Bandwechsel in Betracht.

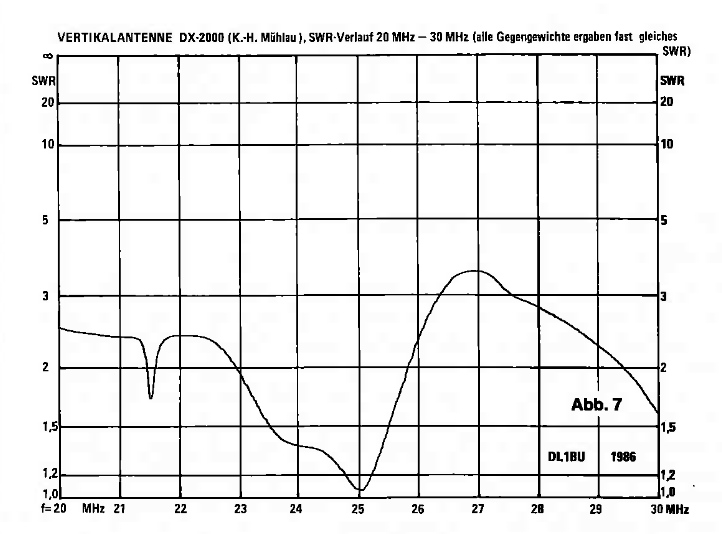
Meßwerte: Stehwellenverlauf über verschiedenen Untergründen und Erdern

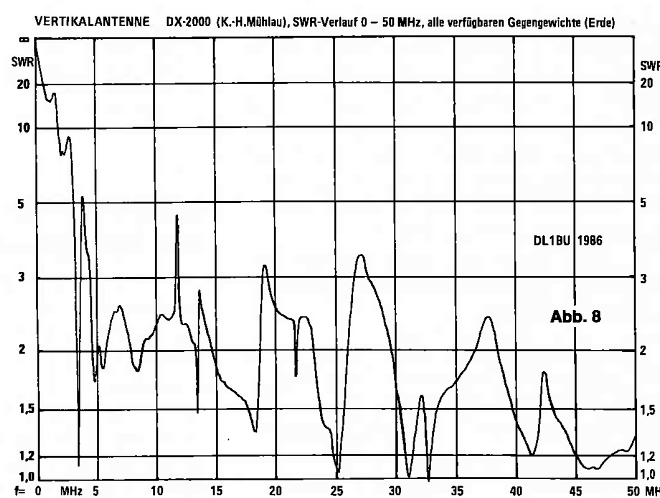
Bei Dipolantennen in großer Höhe ist der Anpassungsverlauf gut abzuschätzen, der Strahlungswiderstand schwankt um 73 Ω. In geringer Höhe fällt der Speisewiderstand ab, und es besteht ein Erdeinfluß auf die Strahlerlänge für den Resonanzfall (s. cq-DL 4/85 (3)).

Bei erdnah montierten Vertikalantennen kommt zum Erdeinfluß über das Strahlungsfeld noch der Serienwiderstand der Erdung hinzu, der auch Blindanteile enthält. Diese werden störend, wenn eine Vertikalantenne mit Stromspeisung statt direkt über dem lei-









tenden Untergrund mit Radials mit guter Absicht erhöht montiert wird. Dann liegt die Serienimpedanz (bei tiefen Frequenzen ein induktiver Blindwiderstand) dem Kreis aus Strahler, Einspeisepunkt und dieser Mastrohrinduktivität in Reihe und verstimmt eine sonst resonante Antenne zu tieferen Frequenzen. Soll eine Vertikalantenne mehrere Meter über dem Boden montiert werden, wäre ein Luft-Radialnetz mit je 1-3 Radials pro Band und etwa einer Viertelwellenlänge zweckmäßig, die schräg abwärts vom Antennenfußpunkt mit dem Masseanschluß des Speisekabels zu erdnahen Abspannpunkten gespannt sind. Dies wäre für eine Allbandantenne ein erheblicher Aufwand. Eingegrabene Radials sind auch bei undefinierten Längen wirksam und daher anspruchsloser.

Bei Dachmontage wäre eine größere Metallfläche in unmittelbarer Nähe des Antennenfußpunkts wünschenswert, z. B. Stahlbetonarmierung oder metallisch durchverbundene Randeinfassung etc.

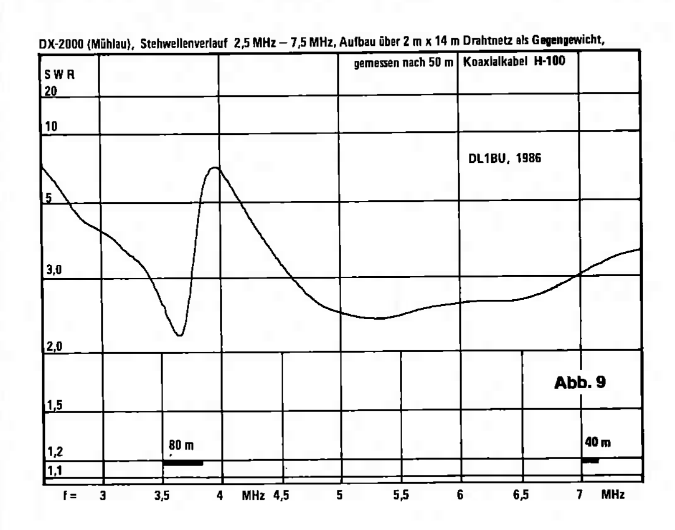
In jedem Fall wird einleuchten, daß die Anpassung der einzelnen Bänder je nach Gegengewichten, Radials oder unabgestimmten Metallmassen unterschiedlich sein werden, auch bei Vertikalantennen mit definierten schmalbandigen Bandresonanzen: Ein Betrieb mit Abstimmgeräten wird sich bei halbleiterbestückten Endstufen anbieten.

Die folgenden Stehwellenkurven sind mit einem Wobbelgerät und einem Richtkoppler über verschiedenen, hier näher bezeichneten Untergründen aufgenommen worden.

Abb. 3 zeigt den Stehwellenverlauf bei Anbringung auf einer Stahlbetonmauer eines Balkons, an dem u. a. ein Pneumatikmast angeschraubt ist und seitlich diverse Antennengebilde herabhängen, die dort vorübergehend gelagert werden. Die Aluminiumrohrhülse zum Einstecken des Antennenfußes ist kapazitiv mit der inneren Betonstahlarmierung verbunden.

Die Legende zu **Abb. 4** beschreibt die diversen Erdungs- und Gegengewichtsmöglichkeiten und zeigt die teilweise perfekte Anpassung mit SWR 1,0. Die Bandbreite für SWR 2 oder besser liegt bei 200 kHz-250 kHz, die für SWR 3 bis 350 kHz. Die Gesamtbreite des 80-m-Bandes bei uns ist 300 kHz. Insofern werden Bandbreiten erreicht, die Dipole voller Größe nicht bieten. Daran sind die Reusenausführung, aber natürlich auch Erdverluste mit beteiligt. Die oberen Kurven 1 und 2 sind ohne jegliche Erdung. Hier stützt sich die Antenne auf die Zufallsimpedanz des Koaxialkabelmantels ab. Die Kurve 1 zeigt, daß die Erdlitze und der Koax-Mantel nicht verbunden werden dürfen. Damit wird die halbe Wicklung des Übertragers kurzgeschlossen. Das extrem hohe SWR von etwa 20 beweist aber auch Verlustarmut des Übertragers, indem er den Kurzschluß streuarm auf das Kabel und die Meßeinrichtung überträgt.

Im optimalen Anpaßpunkt zwischen 3,63 MHz und 3,72 MHz (bei den hier verwendeten Gegengewichten) ist die Anpassung mit SWR 1,00 bis 1,05 perfekt. Nach der in der Frequenzachse stark gedehnten Darstellung der Abb. 4 ist nunmehr aus **Abb. 5** im Frequenzbereich 0-10 MHz zu erkennen, daß der Einfluß der Gegengewichte oberhalb von 7 MHz sehr stark in Erscheinung tritt, es treten SWR von ca. 1,5 bis 2,6 auf. Das 30-m-Band ist mit SWR 2 bis 2,2 zu haben, wie auch die **Abb. 6** ausweist. Bei 14 MHz ist eine scharfe Resonanz des 5 m langen Seitenstrahlers etwas unterhalb des Bandes mit SWR 1,4, die durch Kürzen sicher oberhalb von 14 MHz verschoben werden könnte. Mit anderen Erdungsimpedanzen kann diese evtl. auch ohne Längenänderung ins Band fallen. Mit Abstimmgerät läßt sich natürlich jedes Band optimieren. Eine gute Anpassung von 1,3 (SWR) ist für das 18-MHz-Band zu erkennen.



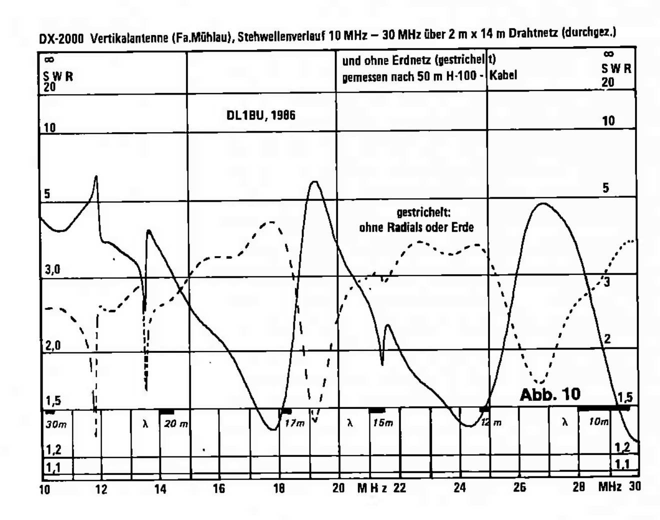


Abb. 7 zeigt den Bereich 20 MHz bis 30 MHz. Bei 21,5 MHz ist wieder eine schmale Resonanz des 3,5 m langen Seitenstrahlers, die sich ins 15-m-Band ziehen läßt mit SWR 1,7 (oder auch mit anderen Impedanzen des Gegengewichts bereits im Band liegt) oder mit Anpaßgerät von SWR 2,3 auf 1,0 holen läßt. Das 24,9-MHz-Band ist beim hiesigen Aufbau schon direkt auf SWR 1,1.

Im 10-m-Band wird beim vorliegenden Aufbau das SWR zum oberen Bandende hin besser mit etwa 2,0.

Abb. 8 gibt den SWR-Verlauf von 0 bis 50 MHz wieder. Das Auf und Ab des Anpassungsverlaufs erinnert an den von logarithmisch-periodischen Breitbandantennen oder Konusantennen, die gleichfalls SWR-Werte zwischen 1,5 und 2 oder 3 aufweisen. Diese Anpassungen sind für eine 50-Ohm-Quelle mit kaum erkennbaren Abstrichen an übernommener Leistung verbunden. Lediglich Amateur-Transceiver mit Halbleitern sind oft sehr „scharf" auf Leistungsabregelung eingestellt, wenn das SWR 2 übersteigt, um mit billigeren Sendertransistoren auf hohe Leistung im Anpaßfall zu kommen. Auf Röhrenendstufen trifft dies nicht zu.

Um die Eignung der hier benutzten Gegengewichte zu kontrollieren, insbesondere aber auch für Vergleichsmessungen der Feldstärke, wurde die DX 2000 nochmals auf Erdniveau über ein Drahtgeflecht von 2 m x 14 m aufgebaut. Die Abb. 9 und 10 zeigen den SWR-Gang von 2,5 MHz bis 7,5 MHz und 10 MHz bis 30 MHz mit eingezeichneten Amateurbändern. Wegen der unzureichenden Größe dieses Drahtnetzes (Sechseck-Maschinengeflecht) ist die Anpassung für das 80-m-Band mit 2,1 statt fast 1,0 schlechter als vorher, für die höheren Bänder ähnlich.

Wegen der anderen als gewohnten Funktionsweise schien eine Messung der erzeugten Feldstärke im Vergleich zu anderen GP-Antennen oder Viertelwellenstrahlern zweckmäßig. Über einer perfekt leitenden Fläche erzeugt ein Viertelwellenstrahler (unabhängig von der Frequenz) eine Feldstärke von

$$E = 79{,}9 + 10 \log P - 20 \log r$$

(E in dB (µV/m), P in Watt, r in km). Für die hier gewählte Entfernung von 34,3 m und 0,1 V Sendespannung (0,2 mW) ist die über Metallfläche unter 0° zu erwartende Feldstärke 72,2 dB (µV/m), über Erde geringer. Daher wurde der Vergleichsmessung mit bekannten GP-Antennen der Vorzug gegeben. Bei den geprüften Frequenzen waren die erzeugten Feldstärken in einem Feld von +2 dB/-2 dB ohne Abstimmgerät. Durch die Vergleichsmethode und die Messung der magnetischen Feldkomponente stellt die Entfernung im Übergangsbereich des Nahfeldes zum Fernfeld kein Problem dar. Im Fall der zusätzlichen Abstimmung kommt die DX 2000 nahe an die Leistungsfähigkeit von Monoband-Viertelwellenstrahlern heran.

Literatur:

(1) G. Schwarzbeck, DL1BU, Groundplane- und Vertikalantennen, cq-DL 9/81, S. 420 bis 428 sowie dortiges Literaturverzeichnis.

(2) Karl-Heinz Mühlau, Ludwig-Herr-Str. 20, D-7880 Bad Säckingen, Tel. (07761) 8932.

(3) G. Schwarzbeck, DL1BU, Bedeutung des vertikalen Abstrahlwinkels von KW-Antennen (2), cq-DL 4/85, S. 184-189, hier speziell Abb. 17.

Ferner allgemeine Literatur über Antennen: Über Breitbandantennen z. B.: E. Stirner, Antennen, Band 2, S. 44-48. Dr. A. Hüthig-Verlag, Heidelberg.

Einfacher CMOS-TTL-Logikstift für 3–18 V mit Betriebsanzeige

Beim Bau von digitalen Schaltungen im Elektronik- und Amateurfunk-Bereich benötigt man von Zeit zu Zeit schon einmal einen Logik-Teststift, um Steuer-Signale an digitalen Geräten sichtbar zu machen. Bei den handelsüblichen CMOS-TTL-Logikstiften ist jedoch das Preis-Leistungs-Verhältnis nicht immer günstig. Außerdem läßt sich bei den meisten Logikstiften die Betriebsbereitschaft bei offener Tastspitze nicht direkt erkennen.

Der hier beschriebene Logikstift verfügt über eine Betriebsanzeige, wobei die Betriebsbereitschaft über beide LEDs angezeigt wird. Die Schaltung ist sehr einfach gehalten, daher billig (ca. 3 DM) und nachbausicher.

Funktionen: Tastspitze offen - rote und grüne LED leuchten (Anzeige für anliegende Betriebsspannung)

Tastspitze an H-Pegel - rote LED leuchtet

Tastspitze an L-Pegel - grüne LED leuchtet.

Schaltungsbeschreibung:

Im wesentlichen besteht die Schaltung aus 3 CMOS-NAND-Gattern. Gatter 1 (G1) erzeugt bei anliegendem H-Signal am Ausgang ein L-Signal, d. h., Transistor T1 wird durchgeschaltet, LED 1 leuchtet. Gatter 2 arbeitet als Inverter. Gatter 3 arbeitet nach dem gleichen Prinzip wie Gatter 1, wobei das Signal am Eingang nur invertiert zugeführt wird.

Beim Nachbau ist darauf zu achten, daß die Eingänge des vierten, unbenutzten NAND-Gatters des 4011 über einen Pull-up-Widerstand an $+U_B$ gelegt werden, um Störungen zu vermeiden.

Bauteileliste:

IC1 - CD 4011
Tr1, Tr2 - BC 327
LED 1, LED 2 - beliebig
R_1 - 100 kΩ
R_2 - 100 kΩ
R_3 - 2,2 kΩ
R_4 - 2,2 kΩ
R_5 - 270 Ω
R_6 - 270 Ω
R_7 - 2,2 kΩ

Wolfgang Sass, DL2ECC

